

DEC 03 2001

TRANSMITTAL LETTER
(General - Patent Pending)

Docket No.
1809

PRIOR PAPERWORK & FILING
Priority Application Of: BAUER

Serial No.
09/965,023

Filing Date
09/27/2001

Examiner

Group Art Unit

Title:

METHOD AND DEVICE FOR CODING AND DECODING IMAGE SEQUENCES

TO THE ASSISTANT COMMISSIONER FOR PATENTS:

Transmitted herewith is:

CERTIFIED COPY OF THE PRIORITY DOCUMENT 100 48 735.1

in the above identified application.

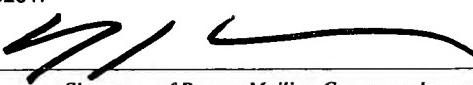
- No additional fee is required.
- A check in the amount of _____ is attached.
- The Assistant Commissioner is hereby authorized to charge and credit Deposit Account No. 19-4675 as described below. A duplicate copy of this sheet is enclosed.
 - Charge the amount of _____
 - Credit any overpayment.
 - Charge any additional fee required.



Dated: NOVEMBER 28, 2001

CC:

I certify that this document and fee is being deposited on Nov. 28, 2001 with the U.S. Postal Service as first class mail under 37 C.F.R. 1.8 and is addressed to the Assistant Commissioner for Patents, Washington, D.C. 20231.



Signature of Person Mailing Correspondence

MICHAEL J. STRIKER

Typed or Printed Name of Person Mailing Correspondence

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

47/64
14.



**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 100 48 735.1
Anmeldetag: 29. September 2000
Anmelder/Inhaber: ROBERT BOSCH GMBH,
Stuttgart/DE
Bezeichnung: Verfahren zur Codierung und Decodierung von
Bildsequenzen sowie Einrichtungen hierzu
IPC: H 04 N, G 06 T

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 27. September 2001
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Ebert".

Ebert

06.10.01

- 1 -

R. 39516

29.09.00 Sk/Hz

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10 Verfahren zur Codierung und Decodierung von Bildsequenzen sowie Einrichtungen hierzu

Stand der Technik

15 Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Codierung und Decodierung von Bildsequenzen sowie eine Codiereinrichtung und eine Decodiereinrichtung.

20 Zur Videocodierung werden zur Zeit in der Regel die MPEG-Standards der ISO (MPEG-1, -2 und -4) oder die H.26x-Standards der ITU-T (H.261, H.263) verwendet. Sie ermöglichen es, eine digitale Videosequenz mit vorgegebener Bildgröße und Bildwiederholrate zu komprimieren und aus dem resultierenden Bitstrom die Originalsequenz mit einem Qualitätsverlust zu rekonstruieren. Der Qualitätsverlust hängt wesentlich vom Kompressionsgrad, d.h. dem Verhältnis von Eingangsdatenrate zu Ausgangsdatenrate des Encoders ab. Aber auch der zu codierende Bildinhalt sowie das verwendete Codierverfahren haben einen großen Einfluß auf die Qualität des rekonstruierten Videos. Die Qualität kann bei den zuvor genannten Verfahren je nach der Anforderung der Anwendung auf zwei Arten gesteuert werden. Es kann entweder eine annähernd konstante Bildqualität eingestellt werden, wobei sich daraus aufgrund der schwankenden Komplexität der Bildinhalte einer Sequenz eine Codierung mit variabler

25
30
35

Bitrate ergibt, oder es wird eine näherungsweise konstante Datenrate eingestellt, wodurch sich eine schwankende Bildqualität ergibt. Die meisten Applikationen verlangen eine Codierung entsprechend dem zweiten Fall, bei dem eine Regelung der Datenrate erfolgt.

Die Datenratenkontrolle wird vom jeweiligen Encoder vorgenommen. Sie ist jedoch in keinem der Standards normativ vorgegeben. Jedoch werden Mechanismen zur Einflussnahme auf die Rekonstruktionsqualität und somit auf die sich ergebende Datenrate zur Verfügung gestellt. Das gebräuchlichste Steuerelement ist die Variation des Quantisierungsparameters (QP) für die Codierung der Transformationskoeffizienten. Im MPEG-4 Standard [1] kann mit jedem Makroblock eine Änderung des Parameters bezogen auf den vorherigen QP übertragen werden. Bei MPEG-2 und H.263 [2] kann jeweils der absolute QP mitgeteilt werden. Der QP kann hier 32 unterschiedliche Werte annehmen, wodurch ein Makroblock mit 32 verschiedenen Qualitäten und Bitraten codiert werden kann. Ein weiteres Element zur Ratenkontrolle ist die Änderung der Anzahl der zu codierenden Bilder. So wird einerseits zu Beginn der Codierung vom Anwender eine maximale Bildrate festgelegt, mit der codiert werden soll, beispielsweise soll nur jedes zweite Bild der Bildfolge codiert werden. Andererseits können bei einigen Codierverfahren auch bei Bedarf einzelne Bilder zusätzlich ausgelassen werden. Diese sogenannten Frameskips werden meistens erst dann eingesetzt, wenn eine weitere Vergrößerung des QP nicht mehr möglich ist oder zu einer inakzeptablen Bildqualität führen würde.

Bei der Videocodierung mit einer fest vorgegebenen Bitrate ist es notwendig, den Encoder so zu steuern, dass die geforderte Bitrate eingehalten und gleichzeitig eine möglichst hohe Bildqualität erreicht wird. Diese Encodersteuerung wird als *Rate Control* bezeichnet. Das

Mittel zur Einstellung der Bitrate ist in erster Linie die Quantisierung (*Quantisiererparameter QP*), die in Abhängigkeit von den bereits verbrauchten Bits variiert wird. Von Struktur und Bewegung komplexes Videomaterial wird 5 größer quantisiert als einfaches. Dies kann allerdings bei sehr komplexen Inhalten zu störenden Blockartefakten führen. Im Extremfall kann es geschehen, dass die geforderte Bitrate trotz größter Quantisierung nicht eingehalten werden kann. In diesem Fall müssen dann einzelne Bilder 10 ausgelassen, d.h. nicht codiert und übertragen werden. Stattdessen wird das jeweils vorhergehende Bild eingefroren. Ein solches *Frameskipping* führt allerdings zu extrem 15 störenden Ruckeffekten, insbesondere bei Video im Zeilensprungformat, bei dem durch den zeitlichen Versatz der beiden Halbbilder die Bewegung scheinbar zurückspringt.

Aus der EP 0 346 635 Bl ist es bekannt, in Abhängigkeit des Füllstandes des Bitstrompuffers bei der Codierung nur jene Bildblöcke zu übertragen, die den größten Restfehler 20 aufweisen.

Um *Frameskipping* auszuschließen, besteht die Möglichkeit die Bildsequenz von vornherein in einem Format zu codieren, das das Auftreten von *Frameskipping* praktisch ausschließt, d.h. eine entsprechend geringe zeitliche und örtliche Auflösung 25 zu verwenden. Untersuchungen haben allerdings ergeben, dass die subjektive Qualität mit steigender Auflösung des Codierformats steigt [1]. Somit liegt ein Optimierungsproblem für das Codierformat vor, dessen 30 gegenläufige Einflussgrößen die Vermeidung von *Frameskipping* bei komplexem bzw. die größtmögliche Qualität bei normalen Videobildsequenzen sind. Bei Verwendung eines festen Codierformats muß dabei ein Kompromiß eingegangen werden.

Durch die Maßnahmen der Patentansprüche wird die zuvor
angesprochene Kompromißlösung entbehrlich. In Abhängigkeit
von Umschaltkriterien, die aus Kapazitätsparametern des
5 Encoders, wie Füllstand des Bitpuffers und/oder dem
Quantisierungsparameter QP abgeleitet werden, wird das
Codierformat automatisch variiert und damit an den Inhalt
der Videobildsequenz angepaßt. Signalisieren die
Umschaltkriterien, dass komplexes Material vorliegt (hoher
10 Füllstand des Bitpuffers, grobe Quantisierung), wird
Frameskipping verhindert, indem das Codierformat reduziert
wird, d. h. die horizontale und ggf. auch die vertikale
Auflösung des Eingangssignals des Encoders durch Filterung
und Unterabtastung verringert wird. Bei normalem Material
15 wird in voller Auflösung codiert und damit maximale Qualität
gewährleistet. Dazu sind entsprechende Umschaltkriterien von
geringer auf volle Auflösung notwendig.

Die Erfindung stellt ein Verfahren zur Verfügung, das
20 unabhängig vom verwendeten Codierverfahren, eine adaptive
Reduktion der Ausgangsdatenrate ermöglicht. Die Adaption
kann beispielsweise aufgrund des aktuellen Füllstandes des
Bitstrompuffers des Encoders erfolgen, mit dem Ziel einen
Über- oder Unterlauf des Puffers zu verhindern. Damit kann
25 leichter dynamisch auf zeitliche Änderungen der zur
Verfügung stehenden Kanalbandbreite reagiert werden und es
können auch durch die Codierung hervorgerufene zeitliche
Schwankungen der erzeugten Bitrate besser abgefangen werden.

Ein wesentlicher Vorteil des beschriebenen Verfahrens ist,
30 dass es prinzipiell mit jedem Videocodierverfahren
kombiniert werden kann, da es nicht erforderlich ist, in den
eigentlichen Codievorgang einzugreifen. Die drei
Hauptelemente des Verfahrens liegen außerhalb des
35 Codierverfahrens. Es sind a) eine dem Encoder vorgesetzte

adaptiv gesteuerte Unterabtastung von Eingangsbildern verbunden mit einem syntaktischen Neubeginn der Codierung bei jeder Änderung der Auflösung, b) eine entsprechende decoderseitige adaptive Überabtastung der decodierten Bilder mit geringerer Auflösung und c) ein Mechanismus zur Übertragung der Nebeninformation, wie die einzelnen decodierten Videoabschnitte zu einer zusammenhängenden Sequenz mit nur einer Bildauflösung zusammengesetzt werden müssen. Die Übertragung der Nebeninformation ist nicht zwingend erforderlich, in diesem Fall muss jedoch dem Decoder bzw. einem dem Decoder nachgeschalteten Kompositor vorher bekannt sein, dass er die einzelnen Sequenzabschnitte wieder zu einem Video mit einer bestimmten Auflösung zusammenfügen muss. Von Vorteil, jedoch nicht zwingend erforderlich, ist der Zugriff auf Parameter, die den aktuellen Zustand des Encoders widerspiegeln, um eine bessere Entscheidung über die zu wählende Bildauflösung treffen zu können.

Dieses Verfahren stellt eine Verbesserung gegenüber den bisher bekannten Codierverfahren dar, da es eine zusätzliche Möglichkeit zur Reduktion der Datenrate zur Verfügung stellt, mit der es beispielsweise möglich ist, die visuell sehr störenden Frameskips auch dann noch zu vermeiden, wenn es mit den meisten bekannten Verfahren nicht mehr möglich ist.

Mit den eingangs genannten Codierelementen kann für die meisten Anwendungsfälle eine funktionstüchtige Datenratenreglung erzeugt werden. Die Qualität der decodierten Videos hängt jedoch sehr stark von der Steuerung der einzelnen Elemente ab, d.h. von der Entscheidung, wann und in welcher Form welches Element zur Verringerung der Datenrate eingesetzt wird. Dabei sollte berücksichtigt werden, dass jedes der drei Elemente unterschiedliche

Auswirkungen auf die visuelle Bildqualität hat. Die Erhöhung des QP führt zu zunehmend sichtbaren Störungen in den Bildern. Das Frameskipping führt zu sehr störenden ruckelnden Bewegungen, da die fehlenden Bilder durch kurzfristiges Einfrieren der zuletzt decodierten Bilder kompensiert werden. Die Codierung mittels Reduzierung der örtlichen Auflösung führt zu unschärferen Bildern mit geringerem Detailgehalt. Diese Störung wird in der Regel vom Betrachter als am wenigsten unangenehm empfunden, während das Frameskipping zu einer starken Beeinträchtigung des subjektiven Bildeindrucks führt und daher nach Möglichkeit vermieden werden muß. Wird zu einem Zeitpunkt während der Codierung bei einem Codierverfahren, das nicht bereits über einen Modus zur auflösungsreduzierten Codierung verfügt, bereits der höchstmögliche QP verwendet, so gibt es kaum noch Möglichkeiten die Datenrate wesentlich zu verringern ohne Frameskipping zu verwenden. Für diese Codierverfahren ist der Einsatz der erfindungsgemäßen Maßnahmen außerhalb des eigentlichen Codierverfahrens zur Vermeidung von Frameskipping von großem Vorteil.

Ab der Version 2 des Standards MPEG-4 und bei H.263 wird ein Verfahren zur Verfügung gestellt, das zur Verringerung der Datenrate genutzt werden kann. Das bei MPEG-4 „Dynamic Resolution Conversion“ genannte Verfahren wird in leicht modifizierter Form im H.263 Annex Q mit „Reduced Resolution Update Mode“ bezeichnet. Ersteres ist bisher nur im „Advanced Realtime Simple Profile“ (ARTS) von MPEG-4 verankert. Bei diesem Verfahren wird ein Bild entweder mit einer dem Original entsprechenden örtlichen Auflösung oder mit einer um Faktor zwei in jede Richtung verringerten Auflösung codiert. Hierdurch wird die Anzahl der zu codierenden Makroblöcke auf ein Viertel reduziert, wodurch sich auch die Bitanzahl verringert. Für den Fall der Codierung mit verringelter Auflösung wird jedoch nicht wie

bei der Erfindung die Größe des Eingangsbildes vor der Codierung reduziert, sondern es wird nur das Prädiktionsfehlerbild nach Abzug der zeitlichen Prädiktion vom Original, die beide in Originalauflösung vorliegen, mittels eines Unterabtastungsfilters örtlich reduziert. Das reduzierte Fehlerbild wird anschließend der üblichen Transformationscodierung zugeführt. Encoder- und decoderseitig wird nach inverser Transformation das rekonstruierte Fehlerbild wieder mittels eines Überabtastungsfilters auf Originalgröße gebracht und mit der Prädiktion zum Ausgangsbild addiert. Dieses wird somit in Originalauflösung zur Verfügung gestellt, unabhängig von der verwendeten Auflösung während der Codierung.

Bei der Erfindung kann die Reduzierung des Codierformates in einem Vorschaltmodul vorgenommen werden, was den Vorteil hat, dass der Einsatz der Erfindung unabhängig vom verwendeten Videocodierverfahren ist.

Das Verfahren nach der Erfindung unterscheidet sich zu den zuvor beschriebenen Verfahren Dynamic Resolution Conversion bei MPEG-4 und Reduced Resolution Update Mode bei H.263 in mehreren Punkten. Diese beiden Verfahren können nur dann standardkonform verwendet werden, wenn ein entsprechendes Anwendungsprofil des Standards gewählt wird, in dem das Verfahren enthalten ist. Wird ein anderes Profil gewählt, können die Verfahren nicht verwendet werden, bzw. falls sie trotzdem verwendet werden, entsteht ein nicht standardkonformer Bitstrom, der von konformen Decodern nicht decodiert werden kann. Die bei der Erfindung erzeugten Bitströme können jedoch von den zugehörigen konformen Decodern decodiert werden. Die beiden standardisierten Verfahren Dynamic Resolution Conversion und Reduced Resolution Update Mode können nur modifiziert werden, wenn auch der Standard geändert wird. Diese Einschränkung gilt

06.10.91

- 8 -

R. 39516

für die Erfindung nicht. Bei der Erfindung ist es beispielsweise möglich, die Auflösungsreduktion nur in einer örtlichen Richtung durchzuführen oder eine Reihe von unterschiedlichen Unterabtastungsfaktoren und Filtern zuzulassen und als Nebeninformation zu übertragen. Die standardisierten Verfahren sind jedoch auf die Unterabtastung um Faktor 2 in jede örtliche Richtung und die Verwendung eines bestimmten Filters begrenzt.

Der Einsatz der Erfindung ist nicht an ein spezielles Eingangsformat oder eine spezielle Zieldatenrate gebunden. Vielmehr kann das Prinzip der relativen Reduktion der horizontalen und ggf. vertikalen Auflösung, gesteuert durch auf die jeweilige Zieldatenrate ausgerichtete Umschaltkriterien, mit jedem beliebigen Eingangsformat und Übertragungskanal kombiniert werden.

Die Umschaltung des Codierformats wird vorzugsweise realisiert, indem der Codervorgang komplett neu initialisiert wird. In einem MPEG-4 Encoder wird z.B. ein neuer VOL-Header und ein INTRA-codiertes Bild gesendet. Aus dem jeweiligen Bitstrom wird somit nicht ersichtlich, dass es sich ggf. um ein reduziertes Format handelt, das am Decoder wieder entsprechend vergrößert werden muß. Die Signalisierung muß daher auf Systemebene erfolgen, bzw. dem jeweiligen Decoder muß bekannt sein, welche Codierformate wie behandelt (d.h. vergrößert) werden müssen.

Zeichnungen

Anhand der Zeichnungen werden Ausführungsbeispiele der Erfindung näher erläutert. Es zeigen

Figur 1 ein Blockschaltbild einer Codiereinrichtung nach der Erfindung und

06.10.01

- 9 -

R. 39516

Figur 2 ein Blockschaltbild einer entsprechenden Decodiereinrichtung.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

5 Am Beispiel eines MPEG-4 Codecs wird die Erfindung näher erläutert. Exemplarisch wird ein Quellformat von CCIR601 als Eingangsformat bei einer Datenrate von 1,5 Mbit/s beschrieben. Anstelle von MPEG-4 kann die Erfindung auch in
10 Zusammenhang mit anderen Videocodierverfahren, z. B. MPEG-2 oder H. 263 verwendet werden.

Vor der Codierung jedes Einzelbildes der
15 Eingangsbildsequenz, die von der Videoquelle 1 in Figur 1 geliefert wird (außer dem ersten Bild), wird anhand eines Pufferfüllstandes des Bitstrompuffers 2 am Ausgang des Encoders 3 über eine Reduktion der Auflösung entschieden. Dieser Pufferfüllstand reguliert sich über die bei der
20 Codierung der vorherigen Bilder verwendeten Bits und den durchschnittlich vorgesehenen Bits pro Bild. Damit schwankt der Puffer immer um die Abweichung von vorgesehenen und tatsächlich benötigten Bits. Überschreitet der Puffer einen festgesetzten prozentualen Füllstand als vorgegebenen Kapazitätsparameter, wird eine Reduktion der Auflösung
25 vorgenommen.

Fällt die Entscheidung über eine Reduktion aufgrund eines Pufferfüllstands im unkritischen Bereich negativ aus, wird die nachfolgende Codierung in der vollen Auflösung
30 durchgeführt. Die Videoquelle 1 ist dann über die Schalter 5 und 6 direkt mit dem Eingang des Encoders 3 verbunden.

Fällt die Entscheidung positiv aus, wird im nachfolgenden Vorgang des Einlesens des Originalbildes aus der Eingangssequenz eine Unterabtastung mit Tiefpaßfilter

vorgenommen. Die Luminanz- und Chrominanzkomponenten des Eingangsbildes werden in ihren horizontalen wie vertikalen Größenausmaßen auf die Hälfte reduziert. Ggf. wird nur eine horizontale Unterabtastung vorgenommen. In diesem Falle erhält die Umschaltsteuerung 4 vom Encoder 3 einen Umschaltbefehl; worauf sie die beiden Schalter 5 und 6 so umsteuert, dass das Vorschaltmodul 8 zur Reduzierung des Codierformates in den Signalweg zwischen Videoquelle 1 und Encoder 3 zu liegen kommt.

Die nachfolgende Codierung wird dann in reduzierter Auflösung durchgeführt, d.h., daß sehr viel weniger Eingangsdaten (Pixel- und Makroblockanzahl) verarbeitet werden müssen.

Da das Vorschaltmodul 8 kein integraler Bestandteil eines Encoders 3 ist, sondern vielmehr als Vorschaltmodul mit verschiedenen Videoencodern kombiniert werden kann, kann eine erfolgte Reduktion der Auflösung nicht im Videobitstrom signalisiert werden. Vielmehr wird die jeweilige Encodiersession abgebrochen und eine neue Session mit dem neuen Format initialisiert. Im Falle eines MPEG-4 Encoders wird der aktuelle *Video Object Layer* (VOL) abgebrochen und ein neuer VOL-Header geschrieben. Die Umschaltung der Schalter 5 und 6 initialisiert durch das Signal 9 diesen neuen VOL-Header. Der neue VOL beginnt mit einem INTRA-codierten Bild (d.h. unabhängig von anderen Bildern codiert, keine zeitliche Prädiktion) im neuen Format.

Die Signalisierung der Umschaltung kann entweder auf Systemebene erfolgen (z.B. durch MPEG-4 Scene Composition Information) oder dem Decoder im jeweiligen System muß bekannt sein, wie mit bestimmten ankommenden Codierformaten für die Darstellung zu verfahren ist. So wird z.B. bei einem Display für das CCIR601-Format jedes kleinere Codierformat entsprechend vergrößert. Das dekodierte Video wirkt an

diesen Stellen etwas unschärfer, dafür werden Blockartefakte reduziert, sowie Frameskipping verhindert.

Vor Bearbeitung des nächsten Bildes wird zur Regulierung des Pufferfüllstandes die für die Codierung des Bildes benötigte 5 Menge Bits registriert und zum Puffer hinzugeaddiert.

Gleichzeitig wird auch die durchschnittlich vorgesehene Bitmenge subtrahiert.

Hat sich durch die geringere Menge Bits der Füllstand des Puffers wieder unter eine bestimmte Grenze entwickelt, wird 10 in dem erneut beginnenden Schleifendurchlauf auf die volle Auflösung zurückgeschaltet.

Dazu wird der aktuelle VOL wiederum abgebrochen und eine 15 neue Encodiersession durch das Schreiben eines neuen VOL-Headers mit voller Auflösung initialisiert. Die Unterabtastung ist dann nicht mehr notwendig.

Dieses Zurückschalten auf die ursprüngliche Auflösung bzw. das Herunterschalten der Auflösung wird durch einen Hysterese-Mechanismus eingeschränkt. Dieser Mechanismus gibt vor, daß eine bestimmte (definierbare) Mindestanzahl an 20 Einzelbildern der Sequenz in der Auflösung unverändert bleiben muß, unabhängig vom Pufferfüllstand. Auf diese Art wird ein zu häufiges Herunter- bzw. Zurückschalten verhindert, das ansonsten zu unangenehmen Flackereffekten führen kann.

Der Decoder 10 (z.B. gemäß MPEG-4) empfängt und decodiert 25 den ankommenden Bitstrom 11 (Fig. 2), an seinem Ausgang steht das Video im Codierformat zur Verfügung. Wie erwähnt, wird eine etwaige Formatreduktion entweder auf Systemebene signalisiert (12), oder dem jeweiligen Decoder 10 ist bekannt, welche Codierformate wie behandelt (d.h. vergrößert) werden müssen. Im letzteren Fall erfolgt die

Umschaltungssteuerung 13 am Decoder 10 somit direkt und einzig durch das Codierformat.

Wurde von der Umschaltsteuerung 13 ein reduziertes Codierfomat erkannt, wird in den Signalweg zwischen Decoder 10 und Display 15 die Codierformatänderungseinheit 14 über die Schalter 16 und 17 eingeschleift. Diese ist eingerichtet eine Bildpunktinterpolation innerhalb solcher Bildbereiche vorzunehmen, deren Bildinformation zuvor mittels Vorschaltmodul 8 ausgedünnt wurde. Zum Display 15 gelangt so eine Bildinformation im ursprünglichen Quellformat, z. B. CCIR601.

Die adaptive Auflösungsreduktion wird hauptsächlich in Abschnitten großer Komplexität der zu codierenden Videosequenz aktiviert. Diese Abschnitte sind vor allem durch sehr viel Veränderung bzw. Bewegung in der Szene charakterisiert, weshalb eine Verringerung der Auflösung aufgrund der ohnehin vorhandenen Bewegungsunschärfe subjektiv kaum auffällt.

In umfangreichen Untersuchungen wurde ausgewähltes Testmaterial verwendet, bei dem mit herkömmlicher Codierung ohne adaptive Auflösungsreduktion, d.h. einem festen Codierformat, bis zu 20% der Einzelbilder übersprungen werden. Dies führt aufgrund der beschriebenen Ruckeffekte und Blockartefakte insbesondere in Abschnitten mit Szenenüberblendung oder schneller Bewegung zu einer geringen subjektiven Qualität. Durch Einsatz der adaptiven Auflösungsreduktion nach der Erfindung konnte Frameskipping vollständig vermieden werden, wobei bis zu 30% der Bilder in der Größe reduziert wurden. Die subjektive Qualität der decodierten Videosequenzen konnte erheblich erhöht werden.

Neben dem Füllstand des Bitpuffers können weitere Encoderparameter als Umschaltkriterien verwendet werden, bzw. auch die Kombination verschiedener Größen ist möglich. Wie bereits erwähnt, wird der Quantisierungsparameter QP im Rahmen der Rate Control zur Einstellung einer geforderten Bitrate variiert. Der QP steht in enger Beziehung zum Codieraufwand und damit zum Inhalt der Videosequenz. Er repräsentiert die Genauigkeit der Quantisierung. Je größer der Codieraufwand eines Abschnitts einer Videosequenz ist, desto größer wird der QP ausfallen, was einer gröberen Quantisierung entspricht. Dadurch ergeben sich auch mehr Blockartefakte. Daher kann der QP entweder direkt als Umschaltkriterium verwendet werden, bzw. er kann mit dem Pufferfüllstand kombiniert werden. Dazu müssen lediglich geeignete Schwellwerte bzw. kombinierte Kriterien angewendet werden.

Die Art der Unterabtastung gewährt weiteren Spielraum für Modifikationen im Rahmen der adaptiven Auflösungsreduktion nach der Erfindung. Alternativ zur Reduktion der horizontalen und vertikalen Auflösung ist auch die ausschließliche Verringerung der horizontalen Größe des Bildes möglich. Dies ist insbesondere bei Zeilensprungformaten wie CCIR601 sinnvoll, da hierbei durch die zwei zeitlich versetzten Halbbilder bereits eine Reduktion der vertikalen Auflösung vorliegt. Im Prinzip ist bei Verwendung entsprechender Unterabtastungsfilter auch jeder beliebige Reduktionsfaktor neben der Halbierung des Formats möglich.

30

Literatur:

- [1] A. Smolić, K. Rümmler, J.-R. Ohm, R. Schäfer and S. Bauer, „MPEG-4 Video Transmission over DAB/DMB: Joined Optimization of Encoding and Format Conversion“, Proc.

35

06.10.01

- 14 -

R. 39516

MOMUC'98, International Workshop on Mobile Multimedia Communication, Berlin, Germany, October 12-14, 1998.

[2] ISO/IEC/JTC1/SC29/WG11, "MPEG-4 Video VM 16.0", Doc. N3312, Noordwijkerhout, Niederlande, März 2000.

5 [3] ITU SG 16 Q.15, "Video Coding for Low Bitrate Communication, ITU-T Recommendation H.263", Draft, 27.1.1998.

06.10.01

- 15 -

R. 39516

29.09.00 Sk/Hz

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10

Ansprüche

1. Verfahren zur Codierung von Bildsequenzen mit folgenden Schritten:

- vor der eigentlichen Codierung wird geprüft, ob für ein aktuelles Bild der Videobildsequenz ein vorgegebener Kapazitätsparameter des Encoders (3) erreicht oder überschritten wird,
- in letzterem Falle wird eine Reduzierung des Codierformates insbesondere hinsichtlich seiner Auflösung vorgenommen und die Codierung für das aktuelle Bild in diesem reduzierten Codierformat vorgenommen.

2. Verfahren zur Decodierung von Bildsequenzen mit folgenden Schritten:

- nach oder während der eigentlichen Decodierung eines aktuellen Bildes wird geprüft, ob dieses aktuelle Bild einer vorherigen Reduzierung des Codierformates unterzogen wurde,
- in letzterem Falle wird das Codierformat dieses Bildes hochinterpoliert.

30

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass als vorgegebener Kapazitätsparameter der Pufferfüllstand des Bitstrompuffers (2) des Encoders (3) gewählt wird, und/oder der Quantisierungsparameter für die Codierung insbesondere der Transformationskoeffizienten.

35

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass für die Reduzierung des Codierformates eine adaptiv vom Kapazitätsparameter gesteuerte
5 Unterabtastung mit Tiefpaßfilterung des jeweiligen Bildes vorgenommen wird.

10 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass bei einer Änderung des Codierformates ein syntaktischer Neubeginn der Codierung vorgenommen wird.

15 6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass im Falle eines MPEG-4 Encoders bei Änderung des Codierformates der aktuelle VOL (Video Object Layer) abgebrochen wird, ein neuer VOL-Header geschrieben wird und der neue VOL mit einem INTRA-codierten Bild im neuen Codierformat initiiert wird.

20 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass vor Bearbeitung eines folgenden Bildes zur Regulierung des Pufferfüllstandes die für die Codierung des Bildes benötigte Bitmenge registriert und zum Füllstand des Bitstrompuffers (2) hinzuaddiert wird, wobei die durchschnittlich vorgesehene Bitmenge subtrahiert wird.
25

30 8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass für den Fall, dass sich der Füllstand des Bitstrompuffers (2) nach einer Reduzierung des Codierformates unter einen vorgegebenen Grenzwert bewegt, in einem erneut beginnenden Schleifendurchlauf auf das vorherige Codierformat mit voller Auflösung zurückgeschaltet wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Reduzierung des Codierformates

und/oder eine spätere Aufhebung der Reduzierung über mehreren Auflösungsstufen durchgeführt wird.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Aufhebung der Reduzierung des Codierformates bzw. deren erneute Einschaltung durch einen Hysteresemechanismus eingeschränkt wird.

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Hysterese-Mechanismus vorgibt, dass eine vordefinierte Mindestanzahl an Einzelbildern der Bildsequenz unverändert bleibt, unabhängig vom Füllstand des Bitstrompuffers.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Unterabtastung mit Tiefpaßfilterung zumindest in horizontaler Richtung vorgenommen wird.

13. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass zur Prüfung, welche/s Bild/er einer vorherigen Reduzierung des Codierformates unterzogen wurde/n, eine Information herangezogen wird, die dem Decoder bekannt ist oder als Systeminformation übertragen wird, z. B. im Falle von MPEG-4 die Scene Composition Information.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass entsprechend des decoderseitig verwendeten Displays (15) zur Wiedergabe der decodierten Bilder jedes reduzierte Codierformat entsprechend vergrößert wird.

15. Codiereinrichtung zur Codierung von Bildsequenzen bestehend aus:

- einem eigentlichen Encoder (3) zur Aufbereitung von komprimierten Bilddaten,

- einem Vorschaltmodul (8) für den Encoder (3) zur Reduzierung des Codierformates,
- einer Umschaltsteuereinrichtung (4) für das Vorschaltmodul (8), welche mit dem Encoder (3) derart in Wirkverbindung steht, dass in Abhängigkeit eines vom Encoder (3) abgebbaren Kapazitätsparameters eine Umschaltung des Codierformates erfolgt.

5
10
15
16. Codiereinrichtung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass von der Umschaltsteuerung (4) im Falle einer Codierformatänderung ein Steuersignal (9) an den Encoder (3) abgabbar ist zum Abbruch einer aktuellen Codierung und Neuaufbau eines insbesondere INTRA-codierten Bildes in einem geänderten Codierformat.

20
25
17. Decodiereinrichtung zur Decodierung von Bildsequenzen bestehend aus:

- dem eigentlichen Decoder (10)
- einer Codierformatänderungseinheit (14) für solche Bilder der Bildsequenz, die decoderseitig in einem reduzierten Codierformat vorliegen.

30
35
20
18. Decodiereinrichtung nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass eine Umschaltsteuerung (13) für die Codierformatänderungseinheit (14) vorgesehen ist, die aufgrund einer Information über das Codierformat beziehungsweise einer Systeminformation den Ausgang des eigentlichen Decoders (10) mit der Codierformatänderungseinheit (14) verbindet.

19. Decodiereinrichtung nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass die Codierformatänderungseinheit (14) eingerichtet ist, eine Bildpunktinterpolation innerhalb solcher Bilder vorzunehmen, deren Bildinformation zuvor ausgedünnt wurde.

06.10.01

- 19 -

R. 39516

29.09.00 Sk/Hz

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10 Verfahren zur Codierung und Decodierung von Bildsequenzen
 sowie Einrichtungen hierzu

Zusammenfassung

15 Bei der Codierung von Bildsequenzen wird vor der
 eigentlichen Codierung geprüft, ob für ein Bild ein
 vorgegebener Kapazitätspараметр des Encoders (3) erreicht
 wird. Es erfolgt dann eine Reduzierung des Codierformates.
 Die Codierung wird in diesem reduzierten Codierformat
20 vorgenommen.

Dieses Verfahren kann mit jedem Codierverfahren kombiniert
werden, da ein Eingriff in das eigentliche Codierverfahren
nicht notwendig ist.

2 (Figur 1)

06.10.01

1/1

R. 39516

164

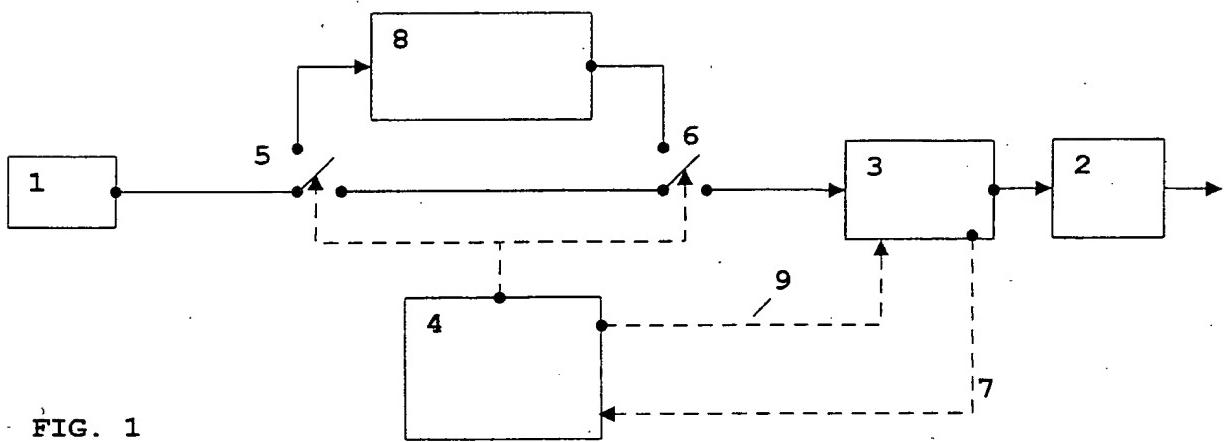


FIG. 1

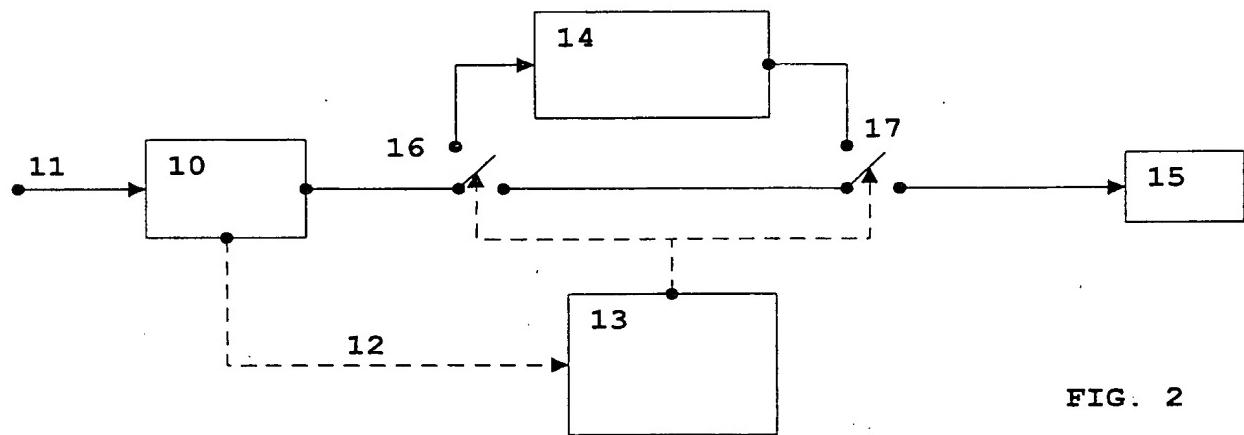


FIG. 2